

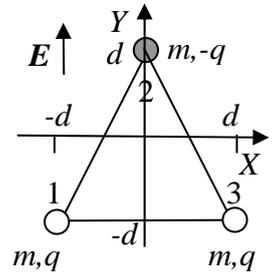
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE - 13/1/2006

Nome e cognome:

Matricola:

Istruzioni: riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Il sistema materiale di figura è costituito da tre corpi puntiformi identici di massa $m = 0.60 \text{ Kg}$ tenuti insieme da un sistema di aste **rigide di massa trascurabile**. Nel sistema di riferimento indicato in figura e all'istante $t_0 = 0$, i tre corpi giacciono sul piano **orizzontale** $z = 0$, su cui possono muoversi **senza attrito**, e si trovano rispettivamente nelle posizioni $\mathbf{r}_1 = (-d, -d)$, $\mathbf{r}_2 = (0, d)$, $\mathbf{r}_3 = (d, -d)$, con $d = 30 \text{ cm}$. [Notate che i tre corpi si trovano ai vertici di un triangolo isoscele "indeformabile"]



a) Qual è la posizione $\mathbf{r}_{CM} = (x_{CM}, y_{CM})$ del centro di massa del sistema?

$x_{CM} = \dots = \dots \text{ m} \quad (m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3)/(m_1 + m_2 + m_3) = 0$
 [come si poteva vedere dal fatto che l'asse Y è un asse di simmetria del sistema]

$y_{CM} = \dots = \dots \text{ m} \quad (m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3)/(m_1 + m_2 + m_3) = -d/3 = -0.10 \text{ m}$

b) Quanto vale il momento di inerzia I_0 per una rotazione del sistema attorno all'asse Z (cioè quello che intercetta il piano nell'origine del sistema di riferimento)?

$I_0 = \dots = \dots \text{ Kg m}^2 \quad m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + m_3r_3^2 = m_1(x_1^2 + y_1^2) + m_2(x_2^2 + y_2^2) + m_3(x_3^2 + y_3^2) = 5md^2 = 0.27 \text{ Kg m}^2$

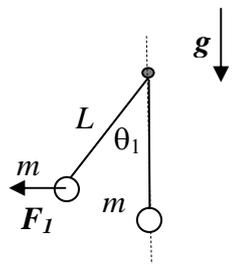
c) Supponete ora che i corpi 1 e 3 (cioè quelli nelle posizioni \mathbf{r}_1 ed \mathbf{r}_3) portino una carica $q = 1.2 \times 10^{-5} \text{ C}$, e che il corpo 2 (cioè quello nella posizione \mathbf{r}_2) porti una carica $q' = -q = -1.2 \times 10^{-5} \text{ C}$. Sapendo che sul sistema (nella configurazione considerata) agisce un campo elettrico uniforme di modulo $E = 6.0 \times 10^3 \text{ V/m}$ diretto nel verso positivo dell'asse Y, quanto vale il modulo T del momento **totale** delle forze che agiscono sul sistema, calcolato rispetto all'origine del riferimento?

$T = \dots = \dots \text{ N m} \quad 0$ [infatti i momento sui corpi 1 e 3 si annullano a vicenda, mentre il momento sul corpo 2 è nullo essendo nullo il "braccio" della forza]

d) In presenza del campo elettrico di cui al punto c), e supponendo che all'istante $t_0 = 0$ il sistema sia fermi, quale posizione $\mathbf{r}'_{CM} = (x'_{CM}, y'_{CM})$ verrà ad occupare il centro di massa del sistema all'istante $t' = 5.0 \text{ s}$? [Fate attenzione ad individuare il tipo di moto del centro di massa del sistema!]

$x'_{CM} = \dots = \dots \text{ m} \quad x_{CM} = 0$
 $y'_{CM} = \dots = \dots \text{ m} \quad y_{CM} + (a/2)t'^2 = y_{CM} + (qE/(2M))t'^2 = y_{CM} + (qE/(6m))t'^2 = 0.40 \text{ m}$, essendo a l'accelerazione del sistema e M la sua massa complessiva [infatti il centro di massa del sistema si muove sotto l'effetto della risultante delle forze \mathbf{F} che agiscono sulle cariche; si ha che \mathbf{F} è diretta lungo il verso positivo delle Y ed ha modulo qE costante ed uniforme; dunque il moto è uniformemente accelerato lungo Y, osservazione che dà luogo al risultato]

2. Avete due pendoli identici costituiti da due aste rigide, di massa trascurabile e lunghezza $L = 2.8 \text{ m}$ unite a due sfere di **raggio trascurabile** e massa $m = 1.0 \text{ Kg}$. Le due aste possono ruotare senza attrito attorno allo stesso piolo. La figura rappresenta il sistema nella sua condizione iniziale: la sfera 2 si trova ferma nella sua posizione più bassa (l'angolo θ_2 che il filo forma rispetto alla verticale vale zero), mentre la sfera 1 si trova **ferma** in una posizione tale che l'angolo che la sua asta forma rispetto alla verticale vale $\theta_1 = 45 \text{ gradi}$. [Usate $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ per il modulo dell'accelerazione di gravità diretta verso il basso e ricordate che $\sin(\pi/4) = \cos(\pi/4) = 0.71$]



a) Sapendo che la sfera 1 è ferma per effetto di una forza \mathbf{F}_1 di direzione **orizzontale** ad essa applicata, quanto vale il modulo F_1 di questa forza? [Occhio a proiettare bene!]

$F_1 = \dots = \dots \text{ N} \quad T_1 \sin \theta_1 = (m g / \cos \theta_1) \sin \theta_1 = m g = 9.8 \text{ N}$, con T_1 modulo della forza esercitata dall'asta sulla massa [basta imporre equilibrio delle forze in direzione orizzontale, $F_1 = T_1 \sin \theta_1$, e verticale, $m g = T_1 \cos \theta_1$; combinando viene il risultato, a cui si può anche arrivare

anche ragionando in termini “geometrici”, notando che, se l’angolo è $\theta_1 = 45$ gradi, vuol dire che F_I ed mg sono i lati di un quadrato nel “piano delle forze”]

- b) Ad un certo istante la forza F_I viene “spenta” e la sfera 1 comincia a muoversi finché non urta la sfera 2; in seguito all’urto **la sfera 1 si ferma**, mentre la sfera 2 si mette in movimento fino a raggiungere un certo valore θ_{2MAX} dell’angolo formato tra l’asta 2 e la verticale. Sapendo che il valore assoluto di θ_{2MAX} è 30 gradi e che lo speciale materiale solido di cui le sfere sono costituite ha un calore specifico $c=5.0 \times 10^{-3}$ J/(Kg °C), quanto vale l’aumento di temperatura ΔT registrato dalle sfere in seguito all’urto? [Bilanciate le energie ed immaginate – molto poco ragionevolmente! - che **non ci sia dispersione di calore** dalle sfere verso l’esterno, e che l’intero calore generato dal processo si ripartisca in parti uguali tra le due sfere; ricordate inoltre che $\cos(\pi/6) = 0.87$]

$$\Delta T = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C} \quad mgL(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)/(2mc) = 4.4 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$$

[si ottiene facendo il bilancio tra le energie all’inizio, dove l’energia è solo potenziale ed “appartiene” alla sfera 1, e finale, dove l’energia è quella potenziale della sfera 2 sommata al calore generato nel processo; per ottenere il risultato occorre considerare la ripartizione dell’energia tra le due sfere]

3. Una certa quantità di gas perfetto monoatomico è contenuta in un cilindro di sezione $S = 9.8 \text{ cm}^2$ dotato di un tappo scorrevole in direzione verticale di massa $m = 5.0 \text{ Kg}$, che si trova a contatto con la pressione atmosferica, $P_{ATM} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$. Il tappo può scorrere **senza attrito** e il contenitore è **isolato termicamente**, cioè lo scambio di calore tra il gas e l’esterno è trascurabile; la temperatura iniziale del gas è $T_0 = 150 \text{ K}$.

- a) Sapendo che l’altezza della colonna di gas vale $h_0 = 83 \text{ cm}$ e che il sistema è in equilibrio (il tappo è fermo), quanto vale il numero di moli n che costituiscono il campione gassoso? [Usate i valori $R = 8.3 \text{ J}/(\text{K mole})$ e $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ per la costante dei gas perfetti e l’accelerazione di gravità, rispettivamente]

$$n = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ moli} \quad PV/(T_0R) = (P_{ATM} + mg/S)(Sh_0)/(T_0R) = 9.8 \times 10^{-1} \text{ moli}$$

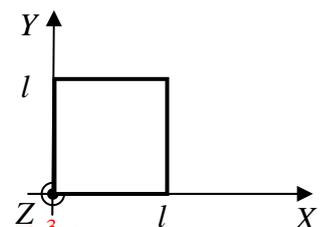
- b) A questo punto, immaginate che il gas compia, in un modo i cui dettagli non sono noti, una trasformazione che può essere rappresentata come una **adiabatica reversibile**. Sapendo che al termine della trasformazione la temperatura finale del gas è $T_1 = 2T_0 = 300 \text{ K}$, quanto vale il lavoro L compiuto dal gas? [Indicatene anche il segno e ricordate che per un gas perfetto monoatomico il calore specifico molare **a volume costante** è $c_V = (3/2)R$]

$$L = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J} \quad -\Delta U = -nc_V\Delta T = -nc_V(T_1 - T_0) = - (3/2)nRT_0 = -1.8 \times 10^3 \text{ J} \quad [\text{dal primo principio esce il risultato, essendo } Q=0]$$

4. Un’onda piana monocromatica e progressiva generata da un laser che emette luce rossa ha lunghezza d’onda $\lambda = 600 \text{ nm}$ e si propaga nel vuoto lungo la direzione X di un dato riferimento cartesiano. L’onda è “polarizzata linearmente” lungo l’asse Y , cioè il campo elettrico oscilla lungo questa direzione, e l’“ampiezza” dell’onda, cioè il valore **massimo** che il modulo del campo elettrico può assumere, è $E_{MAX} = 3.0 \times 10^5 \text{ V/m}$.

- a) Quanto vale la frequenza ν dell’onda? [Usate il valore $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ per la velocità della luce]
- $$\nu = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ Hz} \quad c/\lambda = 5.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

- b) Sul piano XY si trova una spira quadrata di lato $l = \lambda/2 = 300 \text{ nm}$ usata come “antenna”; la spira è realizzata con un materiale conduttore, e la sua resistenza elettrica è $R = 30 \text{ ohm}$. Qual è il valore **massimo** i_{MAX} della corrente che percorre la spira? [Suggerimento: ricordate la definizione di forza elettromotrice e fate attenzione a “circuitare” in modo corretto!]



$$i_{MAX} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ A.} \quad 2E_{MAX}l/R = 6.0 \times 10^{-3} \text{ A} \quad [\text{la forza elettromotrice massima che percorre la spira si ottiene facendo la circuitazione del campo elettrico sui due lati "verticali" della spira stessa; si ha la somma di due contributi uguali, pari a } E_{MAX}l \text{ . Dalla legge di Ohmi si trova il risultato}]$$